ومما يدل أيضا ويثبت كروية الأرض وذلك لما يحدث للأشياء المرتفعة مثل الجبال والبروج الشاهقة أنها يرى قممها من مسافة لا يرى منها أسفلها • وكذلك استدلوا على استدارة سطح البحار بما هو مشهور أن السفن المقبلة تظهر رؤس سواريها من بعيد قبل ما ترى قلوعها ثم تظهر القلوع قبل ظهور جسم السفينة •

جعل فوكول فى أحد الأبنية العليا من مدينة باريس المسمى نبتون رقاصا (بندولا) عظيما جدا أعنى كرة ثقيلة من نحاس أصفر معلقة فى مركز قبة نبتون بخيط معدنى طوله ٦٤ مترا ثم أزاح الكرة عن محلها فتركها تتذبذب « بعد أخذ كل الاحتياطيات اللازمة لكى لا يحدث للرقاص أى حركة فى اتجاه الشمال أو الجنوب » وترك فوكول البندول يتذبذب لفترة ما • وجد فوكول خلال هذه الفترة أن الرقاص كان يتذبذب ذبذبات منتظمة وكان مستوى التذبذب دائر من الشرق الى الغرب حول محور مار بالنقطة التى علق فيها الرقاص وبأوساط التذبذب • وقدر قدر الانحراف بمقدار ١١ درجة لكل ساعة • فعرف فوكول أن سبب ذلك الانحراف هو دوران الأرض على محورها بين الغرب الى الشرق ، فلو وضع البندول فى أحد قطبى الأرض بشرط أن تكون نقطة تعليقه على امتداد محور الأرض لتم مستوى

التذبذب دورة كاملة فى يوم نجمى الى الجهة المضادة لدوران الكرة السماوية •

ومن البراهين الأخرى التى تدل على دوران الأرض حول محورها أن سقوط أى جسم ثقيل يتبع فى سقوطه اتجاه التثاقل أى اتجاه الخط الرأسى فلو تركنا حجرا من قمة برج شاهق ذى خيطان رأسية لوقع الحجر على الأرض عند قاعدة البرج مهما كان ارتفاعه • ولكن على فرض دوران الأرض السريع من الغرب الى الشرق فى عكس اتجاه عقارب الساعة لابد من وقوع الحجر على الأرض فى اتجاه الشرق بقدر يسير وذلك لازدياد السرعة بازدياد البعد عن مركز الأرض للدائرة على محورها ويبدو أن مشاهدة ذلك أمر صعب أولا لقلة اختلاف السرعة من القاعدة الى القمة ان لم يكن ارتفاع البرج عظيما جدا ولكن فى سنة ١٧٩٢ م • أجرى العالم كليلمينى تجربة مدققة متقنة فى برج مرتفع جدا لتعيين قدر ذلك الانحراف الصغير ثم جددها فى بعض آبار عميقة سنة ١٨٠٤ م ، ١٨٣١ م • فوجد مثلا أن الجسم الساقط زاغ عن شرق القاعدة بقدر ٢٨٫٣ ملليمترا فقط فى بئر عمقه ١٥٨٫٥ مترا •

يمكن استخدام آلة « سكافى » فى معرفة خط عرض المكان وذلك عند استخدامها لقياس ارتفاع الشمس وقت انتصاف النهار فى يوم ٢١ مارس أو ٢٢ سبتمبر فان الزاوية

المتممة لارتفاعها في وقت الظهر هي عبارة عن خط عرض المكان .

خط عرض المكان = ٩٠ ـ أكبر ارتفاع للشمس أثناء النهار في الاعتدالين الربيعي أو الخريفي .

***

تعيين اتجـاه القبله :

فاتجاه القبلة في أي مكان على سطح الأرض هو الاتجـاه بين ذلك المكان والمسجد الحرام .

ويتحدد الاتجاه بين أي نقطتين على سطح الأرض بمستوى رأسي يمر بالنقطتين ولما كانت الأرض كروية فان هذا المستوى يقابلها في قوس نصف قطره مساوى لنصف قطر الأرض ويسمى بقوس الدائرة العظمى .

ويلزم ربط اتجاه القبلة باتجاه ثابت يتخذ كمرجع وهو اتجاه الشمال والزاوية بين الاتجـاهين تسمى انحراف القبلة عن الشمال واتجاه الشمال هو اتجاه القطب الشمالي أي اتجاه قوس الدائرة العظمى التي تصل بين المكان والقطب الشمالي .

وعلى هذا يكون لدينا ثلاث اتجاهات تحددها ثلاثة أقواس من دوائر عظمى وهي .

١ ـ قوس الدائرة العظمى المـار بمكان المصلى ومكة المكرمة وهو الذي يحدد الاتجاه بينهما أي اتجـاه القبـلة .

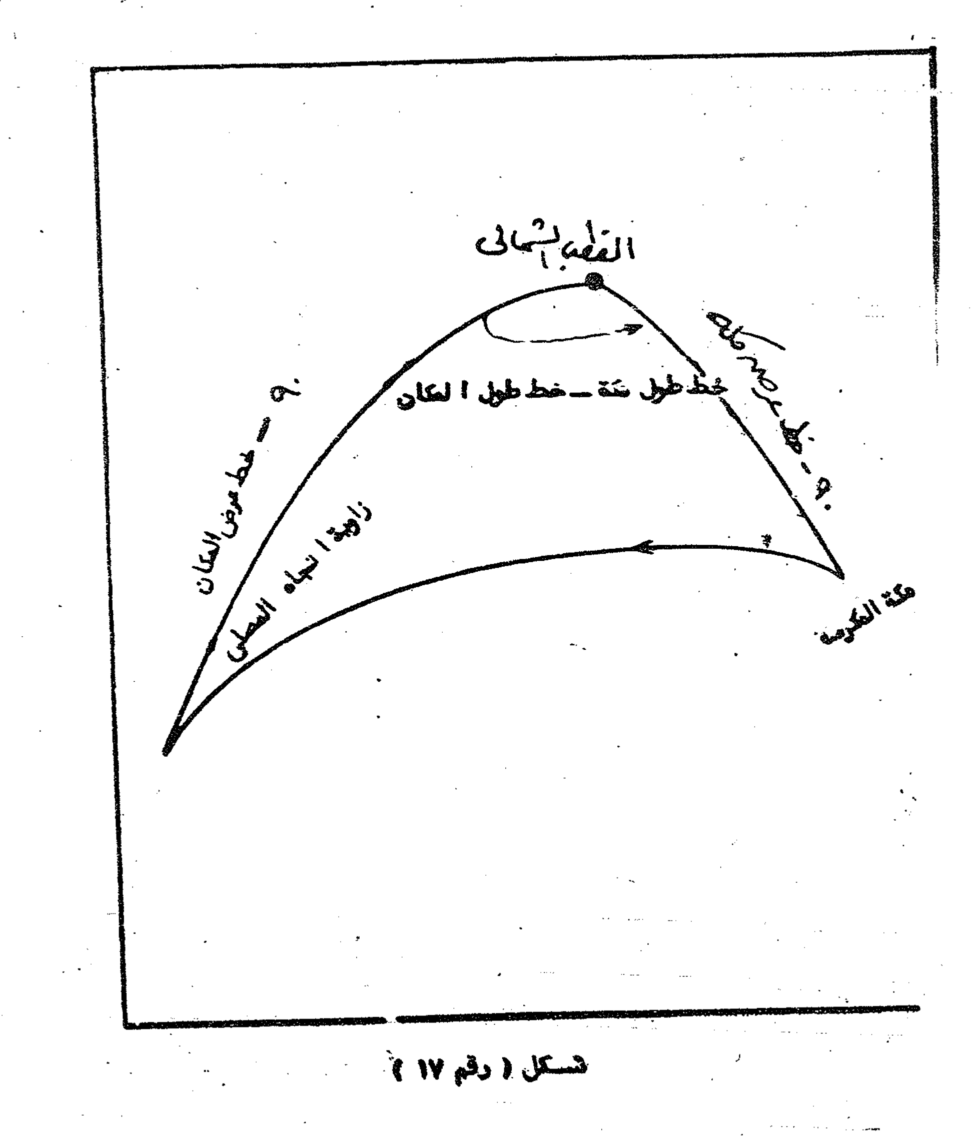
٢ ـ قوس الدائرة العظمى المـار بمكان المصلى والقطب الشمالي وهو الذي يحدد اتجاه الشـمال في مكان المصلى « المسجد » .

٣ ـ قوس الدائـرة العظمى المـار بالمسجد الحرام والقطب الشمالي وهو الذي يحدد اتجاه الشمال في موقع المسجد الحرام .

ومن أقواس الدوائر العظمى الثلاثة هذه يتكون ما يسمى بالمثلث الكرى . وبحل هـذا المثلث يتم حساب زاوية انحراف القبلة عن الشمال وهي الزاوية (هـ) كما في الشكل .

وقوس الدائرة العظمى كأي منحنى يغير اتجاهه من نقطة لأخرى الا أن اتجاه القبلة هو اتجاه المماس لهذا القوس وهذا المماس عبارة عن خط مستقيم مباشر يصـل بين مكان المصلى والمسجد الحرام .

وقد يحدث في بعض الأحيان كما هو الحـال في أمريكا الشمالية مثلا أن تقع نقطة الذروة لقوس الدائرة العظمى المحدد



شكل (رقم ١٧)

للقبلة فى مكان ما بين النقطتين « موقع المصلى والمسجد الحرام » كما بالشكل وفى هذه الحالة ينعكس اتجاه القبلة بالنسبة للشمال والجنوب وهذه الحالة قد تثير اللبس عند غير المتخصصين .

وتيجة لهذه الحالة بالذات فاننا لا تتمكن من وضع قواعد بسيطة لتعيين اتجاه القبلة . اذ انه بينما يمكن وضع قواعد عامة بسيطة لاتجاهى الشرق والغرب على أساس خطوط الطول حيث يكون اتجاه القبلة الى الغرب فى البلاد الواقعة على خطوط طول شرق خط طول مكة المكرمة والعكس بالعكس أى يكون اتجاه القبلة الى الشرق فى البلاد الواقعة على خطوط طول غرب خط طول مكة المكرمة .

الا أنه بالنسبة لاتجاهى الشمال والجنوب فلا يمكن وضع مثل هذه القاعدة البسيطة على أساس خطوط العرض لاحتمال وقوع نقطة الذروة السابق الاشارة اليها بين البلدين فينعكس الاتجاه . وتعيين موقع هذه النقطة لا يخضع لقاعدة بسيطة حتى الآن .

هذا وأود أن أنبه الى بعض الملاحظات الهامة :

١ ـ قد تتعدد المسارات بين أى نقطة ومكة المكرمة الا أن الاتجاه بينهما « اتجاه القبلة » هو اتجاه

واحد فقط يتحدد بقوس الدائرة العظمى بينهما •

٢ ـ لا يجوز استخدام الخرائط لتعيين اتجاه القبلة لأن الخرائط بوجه عام لا تعطى الاتجاه الصحيح فحتى ما يعرف بالخرائط الاتجاهية ليست دقيقة • كما أن هنالك خطأ شائع وهو استخدام خرائط مركيتور الملاحية لتعيين اتجاه القبلة لأنها تعطى اتجاه الانحراف الثابت الذى يغير اتجاهه مع تغير اتجاه الشمال وهو ما يعرف بالخط المتراو Rhumb line وهو ان كان يصلح للملاحة فلا يصلح مطلقا لتعيين اتجاه القبلة •

٣ ـ لا يجوز استخدام البوصلة لتعين اتجاه القبلة لتأثرها بالمعادن والتيارات الكهربائية المارة فى الأسلاك والأجهزة الكهربائية القريبة منها •

ولقد اهتم العلماء المسلمون القدامى بتعيين اتجاه القبلة فى أى مكان على سطح الأرض حتى أنهم وضعوا قواعد علم حساب المثلثات الكروية بواسطة أبو بكر البتانى وخلفاؤه لهذا الغرض • وقد فطن هؤلاء العلماء الى أن اتجاه القبلة يتحدد باتجاه المستوى الرأسى المار بموقع المصلى والمسجد الحرام فأطلقوا على هذا الاتجاه « اتجاه سمت القبلة » والسمت كما هو معروف هو نهاية الاتجاه الرأسى •

الا أنهم استخدموا مصطلح « سمت القبلة » فيما بعد على الوقت الذى تكون فيه الشمس فى اتجاه سمت القبلة أى فى اتجاه القبلة •

***

سمت القبلة :

لاحظ قدامى علماء الفلك المسلمين أن الشمس فى حركتها الظاهرية اليومية ما بين الشروق والغروب قد تمر باتجاه قبلة الصلاة ، وتتحقق هذه الظاهرة كل يوم فى معظم أنحاء العالم الاسلامى ، وقد أطلقوا على الوقت الذى يكون فيه مركز الشمس فى اتجاه القبلة « سمت القبلة » ومن البديهى أن هذا الوقت يختلف من يوم لآخر على مدار السنة ويختلف كذلك من مكان لآخر •

وقد كانت حسابات القدامى لسمت القبلة مبنية فى الغالب على فرض انتظام حركة الشمس وهذا غير صحيح ، ولهذا جاءت حساباتهم فى الغالب غير دقيقة • ولهذا فقد تم اعادة حساب سمت القبلة بطرق الحساب الدقيقة وذلك لعدد كبير من المدن •

ويلاحظ أن اتجاه الشمس يكون عكس اتجاه الظل لذا فقد يكون أسهل على الراصد رصد ظل خيط شاغول أو ظل شاخص رأسى فى لحظة سمت القبلة الموضحة بالجداول فى

يوم الرصد حيث يكون اتجاه القبلة هو عكس اتجـاه الظل انظر شكل (رقم ١٨) .

وفى بعض المناطق مثل الولايات المتحدة الأمريكية وكندا لا تتحقق ظاهرة سمت القبلة بمعناها السابق وهو وجود مركز الشمس فى اتجـاه القبلة وفى هذه الحالة فاننا نحسب الوقت الذى يصنع فيه مركز الشمس ١٨٠ مع القبلة ، وعندها يكون اتجاه ظل الشـاخص الرأسى أو خيط الشـاغول هو اتجـاه القبلة تماما .

وفى مناطق معينة من العالم قد يتحقق شرط سمت القبلة بمعناه التقليدى فى بعض أيام السنة ولا يتحقق فى أيام أخرى ، وفى هذه الحـالة فاننا نستخدم سمت القبلة بمعناه التقليدى فى بعض الأيام وفى الأيام الأخرى تستخدم الحالة الثانيـة حسبنا فيها وقت وجود الظل فى اتجاه القبلة بدلا من وقت وجود مركز الشمس فى اتجاه القبلة فى الحالة التقليدية .

هذا وبالامكان حسـاب الأوقات التى يكون فيها مركز الشمس أو يكون فيها الظل متعامدا على اتجاه القبلة الا أن ذلك يستدعى وجود جهاز لتوقيع الزاوية القائمـة لتعيين اتجـاه القبلة . وتعيين اتجاه القبلة بطريقة سمت القبلة قد يكون أدق من تعيينه برصد الشمس فى لحظة الظهر لتحديد اتجاه الزوال (الشمال ــ الجنوب) ثم قياس انحراف القبلة عن هـذا الاتجاه

بالتيودوليت لأن حركة الشمس الأفقية فى لحظة الزوال تكون فى أقصى سرعة لها مما يؤثر سلبيا على دقة الرصد .

ودقة تعيين اتجاه القبلة بطريقة سمت القبلة تتوقف عموما على انحراف القبلة عن خط الزوال فكلما كانت قريبة من خط الزوال كان تعيينها أقل دقة وكلما كانت قريبة من خط الشرق ــ الغرب كان تحديدها أعلا دقة حيث أن سرعة الشمس الأفقيـة أعلا ما يمكن عند عبورها لخط الزوال وأقل ما يمـكن عند مرورها باتجاه الشرق ــ الغرب

تتعامد الشمس على الكعبة المشرفة مرتان فى السنة وقت الظهر أى فى لحظة العبور العلوى للشمس وذلك عندما يكون ميل الشمس مساويا لخط عرض مكة المكرمة . ويحدث ذلك يومى ٢٨ مايو ، ١٦ يوليو تقريبا . فاذا رصدنا الشمس لحظـة تعامدها على الكعبة المشرفة فان مركزها يكون فى اتجاه الكعبة أى فى اتجاه القبلة وذلك فى أى مكان فى العالم يمكن أن ترى فيه الشمس أى الأماكن التى تقع فيها هذه اللحظة نهارا . وهى حوالى نصف الكرة لأرضية ، ويكون وقت سمت القبلة آنذاك هو وقت الظهر فى مكة المـكرمة وهى لحظـة واحدة يمـكن حسابها بالتوقيت المحلى لأى مدينة حيث تكون الساعة التاسعة وثمان عشرة دقيقـة بتوقيت جرينتش ليوم ٢٨ مايو ، تكون الساعة التاسـعة وسبع وعشرون دقيقة بتوقيت جرينتش ليوم ١٦ يوليو .

وفى نصف الكرة الأرضية الذى تحدث فيه هذه اللحظة ليلا كما هو الحال فى أمريكا الشمالية مثلا فاننا نستخدم ظاهرة أخرى وهى تعامد الشمس على النقطة المقابلة لها قطريا فى الجهة الأخرى من الكرة الأرضية وهذه النقطة تسمى « قطب مكة » وهى تقع على خط عرض ٢٥° ٢١° جنوب خط الاستواء ، خط طول ١١° ١٤٠° غربا وعند تعامد الشمس على هذه النقطة يكون اتجاه القبلة عكس اتجاه الشمس أى فى اتجاه ظل الشاخص ويحدث ذلك تقريبا يومى ٢٩ نوفمبر الساعة ٢١ وتسع دقائق بتوقيت جرينتش ، يوم ١٤ يناير الساعة ٢١ والدقيقة ٣٠ بتوقيت جرينتش •

ويلاحظ أنه فى كلتا حالتى التعامد سواء على مكة المكرمة أو على قطبها قد يوجد خطأ صغير فى تحديد وقت سمت القبلة لأن شرطى تعامد الشمس وهنا تساوى ميلها مع خط العرض ، وكذا وجودها فى العبور العلوى أى فى لحظة الظهر قد لا يتحققان سويا فى نفس اللحظة بالضبط بل قد يحدث أنه فى وقت الظهر يكون ميل الشمس أكبر أو أصغر قليلا من خط عرض مكة المكرمة فى الحالة الأولى أو خط عرض قطبها فى الحالة الثانية مما ينشأ عنه خطأ صغير فى تعيين وقت سمت القبلة يمكن اهماله •

***

حركة الشمس فى الفصول المختلفة

الشمال
شروق الشمس فى الانقلاب الصيفى
غروب الشمس فى الانقلاب الصيفى
الشرق
شروق الشمس فى الاعتدالين
المغرب
غروب الشمس فى الاعتدالين
شروق الشمس فى الانقلاب الشتوى
غروب الشمس فى الانقلاب الشتوى
الجنوب
اتجاه القبلة فى مدينة القاهرة

الشاخص
الشمس
اتجاه الظل

الظل عكس اتجاه الشمس

شكل (رقم ١٨)

الاحداثيات على الكرة السماوية ، ثلاثة أنواع من الاحداثيات : احداثى الأفق وسمت الرأس ، واحداثى دائرة الاستواء والقطب الشمالى ، واحداثى دائرة البروج والنقطة العمودية عليها •

الفهرس

الباب الرابع :

الباب الخامس :

مطابع
الهيئة المصرية العامة للكتاب